

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS  
JONATHAN VACARI

**PARÂMETROS PRODUTIVOS DE CULTIVARES DE TRIGO EM FUNÇÃO DA  
TEMPERATURA NO PERÍODO DE DIFERENCIAÇÃO DE ESPIGUETAS**

Curitibanos  
2016

**JONATHAN VACARI**

**PARÂMETROS PRODUTIVOS DE CULTIVARES DE TRIGO EM FUNÇÃO DA  
TEMPERATURA NO PERÍODO DE DIFERENCIAÇÃO DE ESPIGUETAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, do campus de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze

Curitibanos  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Vacari, Jonathan

Parâmetros produtivos de cultivares de trigo em função da  
temperatura no período de diferenciação de espiguetas /  
Jonathan Vacari ; orientador, Samuel Luiz Fioreze -  
Curitibanos, SC, 2016.

27 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos. Graduação em Agronomia.

Inclui referências

1. Agronomia. 2. Trigo. 3. Produção Vegetal. 4.  
Temperatura. I. Fioreze, Samuel Luiz. II. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III.  
Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia  
Rodovia Ulysses Gaboardi km3  
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC  
TELEFONE (048) 3721-2178 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

JONATHAN VACARI

## **PARÂMETROS PRODUTIVOS DE CULTIVARES DE TRIGO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA NO PERÍODO DE DIFERENCIAÇÃO DE ESPIGUETAS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Colegiado do Curso de Agronomia, do Campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Orientador: Samuel Luiz Fioreze**

Data da defesa: 18 de Novembro de 2016

**MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:**

---

**Presidente e Orientador: Samuel Luiz Fioreze**  
**Titulação: Doutorado**  
**Área de concentração em Agricultura**  
**Instituição: Universidade Estadual Paulista**

---

**Membro Titular: Naiara Guerra**  
**Titulação: Doutorado**  
**Área de concentração Agronomia**  
**Instituição: Universidade Estadual de Maringá**

---

**Membro Titular: Ana Carolina da Costa Lara Fioreze**  
**Titulação: Doutorado**  
**Área de concentração em Agronomia**  
**Instituição: Universidade Estadual Paulista**

**Local: Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Campus de Curitibanos**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me abençoar com saúde, energia e sabedoria.

Aos meus pais, Rosemeri e Paulo, pelo apoio, incentivo, amor e carinho durante todos os momentos da minha vida.

À minha irmã, Eduarda, pelos inúmeros momentos de alegria e orgulho proporcionados.

À minha avó, Lourdes, pelo apoio, carinho e por ser uma das pessoas mais incríveis que conheci. Ao meu avô, Paulino (*in memoriam*), pelo carinho, apoio e por sempre acreditar em mim.

A todos os familiares que de alguma forma me ajudaram ou torceram por mim ao longo de cada conquista.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze, por todo o conhecimento e experiências compartilhados, pelas conversas, conselhos e incentivo.

A todos os professores da UFSC de Curitibanos, que de alguma forma contribuíram para o meu aprendizado e crescimento pessoal nesses cinco anos dentro da instituição.

Aos colegas do grupo de pesquisa, Luiz, Thaís, Cláudia, Robson, Júlio, Volni e Ana, por todos os momentos compartilhados dentro e fora dos laboratórios, áreas experimentais e salas de aulas. Um agradecimento especial por toda a ajuda durante a instalação, condução e avaliação do experimento que resultou nesse TCC.

A todos os meus amigos, por estarem presentes nos momentos fáceis e difíceis, pelas conversas, pelas festas, viagens e pela famosa parceria.

Aos amigos feitos em Lincoln – NE e Davis – CA, por compartilharem comigo uma das maiores experiências da minha vida e por serem minha família durante esses 12 meses de intercâmbio.

À todas as pessoas que estiveram comigo nos últimos anos e fizeram parte dessa conquista de alguma forma.

Obrigado.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Parâmetros produtivos de quatro cultivares de trigo em função da temperatura na fase de diferenciação das espiguetas. Curitiba (SC), 2016. ....	14
<b>Tabela 2.</b> Parâmetros produtivos do colmo principal de quatro cultivares de trigo em função da temperatura na fase de diferenciação das espiguetas. Curitiba (SC), 2016. ....	17
<b>Tabela 3.</b> Desdobramento da interação entre cultivares de trigo e temperatura no período de diferenciação de espiguetas. Curitiba (SC), 2016 .....	19
<b>Tabela 4.</b> Variância dos parâmetros produtivos das plantas de trigo de quatro cultivares cultivadas sob dois ambientes diferentes. Curitiba (SC), 2016 .....	20
<b>Tabela 5.</b> Desdobramento da interação entre cultivares de trigo e temperatura no período de diferenciação de espiguetas para variância no número de espiguetas por espiga. Curitiba (SC), 2016 .....	22

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>23</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>25</b>

## **Parâmetros produtivos de cultivares de trigo em função da temperatura no período de diferenciação de espiguetas**

**Jonathan Vacari**

### **Resumo**

Um dos fatores limitantes para a expansão tritícola nas regiões centrais do país ou para o cultivo em safrinha é a ocorrência de altas temperaturas ao longo do ciclo da cultura. Redução no perfilhamento, comprometimento da diferenciação de espiguetas e indução floral são alguns dos efeitos negativos do estresse térmico sobre a cultura. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura durante o estágio de diferenciação de espiguetas sobre o crescimento e os componentes produtivos de cultivares de trigo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por dois regimes de temperaturas, 16°C/9°C e 25°C/16°C (temperatura diurna/noturna). O segundo fator foi composto por quatro cultivares de trigo: BRS 394, BRS 331, BRS Parrudo e BRS Guamirim. Os componentes de produção, entre eles número de espiguetas por espiga, comprimento da ráquis, número de grãos por espiga e a massa de mil grãos, foram avaliados em termos médios por planta e de forma individual. Para a avaliação individual de colmo principal e perfilhos, calculou-se a variância e os valores máximos e mínimos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, uma vez detectadas variações significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os regimes de temperatura testados durante a fase de diferenciação de espiguetas não afetaram os componentes de rendimento da cultura, tampouco a uniformidade morfológica e produtiva dos perfilhos.

**Palavras chaves:** *Triticum aestivum*. Estresse térmico. Efeito compensatório. Planalto Catarinense.



## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta anual, pertence à família *Poaceae* e teve o início da sua história datado a cerca de 6700 a.C., na região da Mesopotâmia e desde então, sua domesticação tem avançado juntamente com o desenvolvimento das populações (CASTRO; KLUGE, 1999). No Brasil, a produção de trigo em 2015 alcançou a marca de 5,5 milhões de toneladas, com previsões de ultrapassar a casa dos 6 milhões de toneladas na safra de 2016. Mesmo que a previsão do aumento da produção se concretize, o Brasil ainda terá que importar cerca da metade da sua demanda para suprir o mercado interno (CONAB, 2016).

A expansão da fronteira tritícola para as regiões centrais do Brasil pode ser um dos caminhos para atender a demanda nacional pelo cereal. Embora o cultivo de trigo nessa região já tenha virado uma realidade nas últimas décadas e apresente algumas vantagens frente à região Sul (possibilidade de duas safras, maior competitividade por preço no mercado nacional e produção de grãos de melhor qualidade), a última ainda detém 90% da produção nacional (CONAB, 2016). A ocorrência de temperatura elevadas pode ser um dos fatores limitantes para a cultura quando cultivada no cerrado (PIMENTEL et al., 2015), em condições de safrinha, ou segunda safra, considerando que as temperaturas médias ainda são elevadas nessas épocas.

A ocorrência de temperaturas elevadas ao longo do ciclo da cultura afeta características da planta, causando respostas como a redução no desenvolvimento radicular e no número de perfilhos produtivos, comprometimento da diferenciação de espiguetas e flores (SOUZA; RAMALHO, 2001; RODRIGUES et al., 2011; PIMENTEL et al., 2015), redução na área foliar e na porcentagem de flores fecundadas, abreviação do ciclo e produção de grãos mais leves (RIBEIRO et al., 2012). De forma geral, o estresse térmico resulta em redução da produtividade de grãos, porém, esse efeito será mais acentuado, quando a planta for submetida ao estresse térmico durante períodos chaves na definição dos componentes de produção, tais como a fase de diferenciação de espiguetas e indução floral (RODRIGUES et al., 2011; RIBEIRO et al., 2012).

Para contornar a limitação imposta pelas altas temperaturas do cerrado, programas de melhoramento vêm trabalhando no desenvolvimento de cultivares adaptados a essas condições. Esses cultivares apresentam como características, além da tolerância a

temperaturas maiores, o alto potencial produtivo, resistência a doenças, estatura reduzida e resistência ao acamamento mesmo diante de adubações nitrogenadas maiores ou densidade de plantas elevadas. Ainda no caso do trigo sequeiro, opta-se por cultivares com características mais rústicas, como tolerância ao calor e a seca (ALBRECHT; RIBEIRO; SILVA, 2007). O desenvolvimento e o estudo desses materiais também tem sua importância ao se falar da possibilidade do cultivo do trigo em safrinha na região sul do Brasil.

Sabendo-se da sensibilidade da cultura a altas temperaturas e da existência de variabilidade genética para a tolerância a esse fator ambiental (CARGNIN et al, 2006), avaliações de diferentes constituições genéticas em ambientes diferenciados de cultivo poderá levar à determinação de materiais mais promissores para o cultivo, ou mesmo de características associadas à sua adaptação nestas condições. Tal conhecimento pode ser a chave para o sucesso da expansão da cultura no cerrado brasileiro ou até mesmo para novas épocas de semeadura no sul do país, seja pelo desenvolvimento de cultivares mais tolerantes ao calor ou pela melhor escolha das cultivares já existentes. Tem-se então a necessidade por trabalhos voltados ao entendimento do efeito da temperatura em cada etapa do ciclo da cultura e do seu reflexo no rendimento final de grãos na cultura.

Nesse cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura durante o estágio de diferenciação de espiguetas sobre o crescimento e os componentes produtivos de cultivares de trigo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos, no período entre maio e setembro de 2016. A área experimental está localizada nas coordenadas geográficas 27°17'12.2" S, 50°31'96.6"O e a uma altitude média de 1010 m. Segundo a classificação de Köppen, Curitibanos está em uma região de clima tipo Cfb – clima temperado, com verão ameno (CLIMATE-DATA, 2016).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por duas faixas de temperatura durante o período de diferenciação das espiguetas, sendo uma com temperaturas diurnas e noturnas de 16°C e 9°C, respectivamente, e outra com 25°C e 16°C, respectivamente. As condições de temperatura testadas tiveram por objetivo simular o cultivo destes materiais em condições de safrinha (meados de Fevereiro) e em condições de cultivo tradicional, com semeadura a partir do mês de Maio. Para tanto, as temperaturas foram definidas com base nos dados históricos de temperatura para a região do Planalto Catarinense (INMET, 2016). O segundo fator foi composto por quatro cultivares de trigo: BRS 394, de ciclo precoce e adaptada a região do cerrado, BRS 331 e BRS Parrudo, de ciclo superprecoce e precoce respectivamente, ambas adaptadas à região sul e BRS Guamirim, adaptada a região centro-sul e com ciclo superprecoce. Cada parcela foi constituída por um vaso de polietileno com volume de 1,7 L cultivado com uma planta de trigo.

Para o preenchimento dos vasos, utilizou-se um Cambissolo Háplico com textura argilosa (EMBRAPA, 2006) e composto orgânico, na proporção de 1:1 (v/v). Antes de ser acondicionado nos vasos, o solo foi peneirado, corrigido e adubado. Foram utilizados, 1,51 g dm<sup>-3</sup> de calcário, 0,13g dm<sup>-3</sup> de cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O) e 1,82 g dm<sup>-3</sup> de superfosfato triplo. Além da adubação na base, foram feitas 4 adubações em cobertura com ureia em solução, na dose de 25 mg dm<sup>-3</sup> de N. A primeira aplicação de ureia ocorreu 7 dias após a emergência da cultura (DAE), quando as plantas já tinham emitido duas folhas. Quinze e trinta dias após a primeira aplicação, foram feitas a segunda e terceira

aplicação, respectivamente. A quarta e última aplicação com ureia foi realizada no final do período de alongamento do colmo.

As sementes das cultivares de trigo foram obtidas na Embrapa Trigo (CNPT) e tratadas com produto comercial à base de fipronil, piraclostrobina e metil tiofanato (Standak Top<sup>®</sup>) antes da semeadura. Foram semeadas 3 sementes por vaso mantendo-se uma planta uniforme por vaso após desbaste. No início da fase de diferenciação das espiguetas – estágio 2 na escala de Feekes e Large (LIMA, 2002) – os vasos foram transferidos para duas câmaras de crescimento (BOD), com temperatura controlada de acordo com os tratamentos descritos e fotoperíodo de onze horas. As plantas foram submetidas ao tratamento térmico por um período de 18 dias. Essa fase de desenvolvimento da planta coincide com período entre o aparecimento do primeiro primórdio de espiguetas (fase duplo anel) e a espiguetas terminal (RODRIGUES et al, 2011). Após o período de tratamento térmico, as plantas foram transferidas novamente para a casa de vegetação, quando o solo nos vasos foi coberto com palha triturada de *Urochloa* spp., visando diminuir a ocorrência de plantas daninhas e preservar a umidade do solo.

Durante todo o ciclo da cultura, a umidade do solo foi mantida próxima da capacidade de campo através de irrigações manuais. As plantas daninhas que surgiram foram retiradas de forma manual, logo após sua emergência. Os demais tratamentos culturais, tais como controle de doenças e pragas, foram realizados conforme a necessidade da cultura e respeitando as boas práticas agrícolas e experimentais.

As avaliações foram realizadas ao final do ciclo da cultura. Antes da colheita foram avaliados o número total de perfilhos e o número de perfilhos férteis (com espiga). Na mesma ocasião determinou-se a altura do colmo principal e dos perfilhos, a fim de estudar a uniformidade no crescimento da planta. Após a colheita, foram avaliados o número de espiguetas por espiga, comprimento da ráquis, número de grãos por espiga, a massa de grãos por espiga e por planta e a massa de mil grãos. Através da relação entre a massa de grãos e a massa de matéria seca total da planta no momento da colheita, determinou-se o índice de colheita. Os componentes da produção foram avaliados e analisados em termos médios e também de forma individual. Para a avaliação individual de colmo principal e perfilhos calculou-se a variância e os valores máximos e mínimos,

buscando descrever a uniformidade de crescimento e dos parâmetros produtivos entre as estruturas da planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Uma vez detectadas variações significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas interações significativas entre cultivares e temperatura para os componentes de produção, produção de grãos e índice de colheita das plantas de trigo (Tabela 1). Ao contrário do esperado, não houve efeito significativo da temperatura, como fator isolado, sobre estes parâmetros. Esse resultado difere do encontrado por Pimentel et al. (2015), que observaram redução no número de grãos por espigeta, espiguetas por espiga e grãos por espiga diante de temperaturas elevadas durante o ciclo da cultura.

**Tabela 1.** Parâmetros produtivos das plantas de quatro cultivares de trigo em função da temperatura na fase de diferenciação das espiguetas. Curitiba (SC), 2016.

	ALT (cm)	NTP	NPV	CR (cm)	NESPG	NGE
BRS 331	76,66 a	8,50 b	7,25 b	11,20 a	22,06 b	54,46 a
BRS 394	82,96 a	8,12 b	6,00 b	11,58 a	23,15 ab	56,51 a
BRS Guamirim	61,95 b	16,25 a	15,25 a	7,10 b	16,26 c	22,36 b
BRS Parrudo	79,14 a	9,37 b	6,50 b	10,20 a	23,71 a	50,61 a
$p < 0,05$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16/09°C	76,4	10,1	8,4	10,5	21,4	48,7
25/16°C	74,0	11,1	9,1	9,6	21,2	43,3
$p < 0,05$	0,42	0,21	0,34	0,21	0,61	0,20
C x A <sup>1</sup> ( $p > 0,05$ )	0,93	0,90	0,93	0,42	0,67	0,85
CV (%)	11,16	20,95	20,57	19,90	5,27	24,92
	NGESPG	MGESP (g)	NGP	MGP (g)	MMG (g)	IC
BRS 331	2,46 a	2,06 a	386,00 a	13,67	37,78	0,46 a
BRS 394	2,43 a	2,41 a	328,38 ab	14,24	43,65	0,39 b
BRS Guamirim	1,37 b	0,96 b	331,25 ab	14,32	43,39	0,43 a
BRS Parrudo	2,13 a	2,14 a	315,62 b	13,67	44,34	0,43 b
$p < 0,05$	0,00	0,00	0,03	0,81	0,15	0,00
16/09°C	2,2	2,0	345,9	14,1	41,0	0,4
25/16°C	2,0	1,8	334,7	14,4	43,6	0,4
$p < 0,05$	0,20	0,26	0,50	0,65	0,24	0,27
C x A ( $p < 0,05$ )	0,92	0,65	0,94	0,42	0,56	0,83
CV (%)	21,93	18,69	13,67	14,13	14,60	7,36

ALT: altura da planta; NTP: número total de perfilhos; NPV: número de perfilhos viáveis; CR: comprimento da ráquis; NESPG: número de espigeta por espiga; NGE: número de grãos por espiga; NGESPG: número de grãos por espigeta; MGESP: massa de grãos por espiga; NGP: número de grãos por planta; MGP: massa de grãos por planta; MMG: massa de mil grãos; IC: Índice de colheita. <sup>1</sup>Interação entre cultivares e ambiente. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. ( $p < 0,05$ ).

A ausência do efeito da temperatura sobre as características avaliadas na cultura do trigo pode ser resultado de algumas características observadas durante o experimento. A temperatura utilizada com o objetivo de simular as condições de cultivo em safrinha no planalto catarinense foi controlada em torno dos 25°C durante o dia e 16°C durante a noite, com média de 20,5°C. O tratamento foi determinado com base nas temperaturas médias da região no período em que a safrinha de trigo seria implementada (INMET, 2016). Esse valor é próximo à média de 22,6°C registrado por Pimentel et al. (2015) em seu experimento, onde houve redução no rendimento de grãos pelo estresse térmico. Todavia, no experimento realizado por Pimentel et al (2015), a cultura esteve sob influência de temperaturas elevadas por um período maior, compreendendo todo o ciclo da cultura, e também sobre influência de picos de temperaturas de até 30°C, o que não aconteceu no presente trabalho, uma vez que a temperatura era controlada. Temperaturas maiores também foram registradas por Cargnin et al. (2006), que observou redução em parâmetro como altura e produção de grãos e por Souza e Ramalho (2001), que observou redução na germinação e no comprimento do ciclo diante de estresse térmico.

Embora os componentes de produção de plantas de trigo não tenham diferido entre as duas temperaturas testadas, houve diferença significativa entre os cultivares. A diferença entre os cultivares já era esperada diante do conhecimento sobre a variabilidade genética dentro da cultura (FANTINI, 1990; CARGNIN et al., 2006) e a influência do genótipo sobre componentes como número de espiguetas por espiga, grãos por espiga e grãos por espiguetas (PIMENTEL et al, 2015), estatura da planta, peso hectolitro e produção de grãos (MAI, 2014).

Para os parâmetros altura de planta, comprimento da ráquis, número de grãos por espiga, números de grãos por espiguetas e massa de grãos por espiga, os cultivares BRS 331, BRS 394 e BRS Parrudo foram superiores ao BRS Guamirim sem diferirem entre si (Tabela 1). O cultivar BRS Guamirim também apresentou resultado inferior aos demais cultivares para o componente de produção número de espiguetas por espiga. Quando comparado o número total de grãos por planta, o cultivar BRS Guamirim se equiparou aos cultivares BRS 394 e BRS Parrudo, já para a massa de grãos por planta, os cultivares não apresentaram diferença estatística entre si.

Os bons resultados alcançados na produção de grãos pelo cultivar BRS Guamirim em comparação aos demais cultivares, mesmo produzindo espigas menores, com menos espiguetas e grãos, foram possíveis graças à expressão do seu alto potencial de perfilhamento, já relatado na literatura (MACIEL et al., 2007). Para o número total de perfilhos o cultivar BRS Guamirim obteve o melhor resultado dentre os cultivares, cenário que se repetiu para os valores de número de perfilhos viáveis (com espigas), onde o cultivar apresentou o dobro da média dos demais (Tabela 1).

O rendimento de grãos em uma lavoura de trigo está baseado no número de grãos por área e no valor médio da massa de cada grão, sendo o primeiro considerado o componente mais limitante da produção. Todavia, há diferentes estratégias para composição do rendimento de grãos dentre os cultivares de trigo. Para alguns cultivares, como foi o caso do BRS Guamirim nesse estudo, a composição do rendimento de grãos é resultado da eficiência de perfilhamento, enquanto para outras na fertilidade da espiga e massa de grãos, característica observada no BRS 394 e BRS 331, por exemplo. A cultura conta, portanto, com um efeito compensatório entre os componentes de produção, ou seja, diante da limitação de um dos componentes, outro se expressará de forma mais pronunciada, mantendo assim o rendimento final de grãos (PIRES et al., 2011). Fica claro, com base nos resultados obtidos, que cada genótipo expressa seu potencial produtivo através de diferentes componentes, sendo esta plasticidade, marcadamente uma característica genética.

Quando avaliados os parâmetros produtivos do colmo principal de forma isolada, o cultivar BRS 394 foi superior para o comprimento da ráquis, não diferindo apenas do cultivar BRS 331, a qual obteve o maior número de espiguetas por espiga (Tabela 2). Repetindo os resultados observados nas avaliações com a planta inteira, o cultivar BRS Guamirim apresentou os menores valores para comprimento da ráquis, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e massa de grãos por espiga. O cultivar BRS Guamirim foi, ainda, inferior para o número de espiguetas férteis e número de grãos por espiguetas, não diferindo do cultivar BRS Parrudo para a última. Não houve efeito significativo entre os cultivares para a massa de mil grãos.

O baixo desempenho do cultivar BRS Guamirim com relação aos parâmetros produtivos do colmo principal revela a dependência do cultivar em seu potencial de



perfilhamento para manter o rendimento de grãos. Essa característica fica evidente ao se observar a participação do colmo principal e a participação média de perfilhos na produção de grãos das plantas (Tabela 2). Para as duas variáveis, o cultivar BRS Guamirim apresenta os menores valores, enquanto os demais não diferiram entre si.

**Tabela 2.** Parâmetros produtivos no colmo principal de quatro cultivares de trigo em função da temperatura na fase de diferenciação das espiguetas. Curitiba (SC), 2016.

	CR (cm)	NESPG	ESPGF	ESPINF	NG
BRS 331	11,08 ab	22,12 b	20,50 a	1,50	76,50 a
BRS 394	12,18 a	21,50 b	21,33 a	0,50	70,29 a
BRS Guamirim	9,16 c	17,12 c	15,83 b	1,00	40,50 b
BRS Parrudo	10,86 b	25,50 a	22,83 a	2,67	64,00 a
$p > 0,05$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16/09°C	10,75	21,81	20,50	1,17	62,25
25/16°C	10,88	21,31	19,54	1,67	63,40
$p < 0,05$	0,68	0,31	0,25	0,17	0,77
C x A ( $p < 0,05$ ) <sup>1</sup>	0,46	0,05	0,41	0,05	0,36
CV (%)	8,61	6,35	7,60	60,40	17,83
	NGESPG	MG (g)	MMG (g)	CP (%)	PERF (%)
BRS 331	3,46 a	2,94 a	38,42	20,14 a	13,22 a
BRS 394	3,39 a	3,03 a	42,09	21,67 a	16,32 a
BRS Guamirim	2,36 b	1,77 b	43,89	12,41 b	6,29 b
BRS Parrudo	2,51 b	2,71 a	43,08	19,92 a	14,57 a
$p < 0,05$	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00
16/09°C	2,88	2,51	39,42 b	18,0	13,3
25/16°C	2,94	2,71	44,32 a	19,1	11,9
$p < 0,05$	0,74	0,28	0,03	0,47	0,19
C x A ( $p < 0,05$ ) <sup>1</sup>	0,12	0,19	0,30	0,56	0,80
CV (%)	17,57	19,23	13,86	21,42	23,32

CR: comprimento da ráquis; NESPG: número de espiguetas por espiga; ESPGF: número de espiguetas férteis por espiga; ESPINF: Número de espiguetas inférteis por espiga; NG: número de grãos na espiga do colmo principal; NGESPG: número de grãos por espiguetas; MG: massa de grãos; MMG: massa de mil grãos; CP: participação do colmo principal na produção de grãos da planta; PERF: participação dos perfilhos na produção de grãos da planta. <sup>1</sup>Interação entre cultivares e ambiente. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. ( $p < 0,05$ ).

Embora o cultivar BRS Guamirim tenha compensado a baixa produção de grãos por espiga através da maior emissão de perfilhos, o mesmo pode não acontecer em condições de campo. A disponibilidade de água, nutrientes minerais, boas condições de solo favorecem o crescimento da planta e o perfilhamento (RODRIGUES et al., 2011), ao

contrário do cultivo em casa de vegetação, no campo essas condições nem sempre são alcançadas. Além disso, no presente trabalho, as plantas de trigo não foram submetidas ao efeito de competição por nutrientes com outras plantas de trigo, o que poderia limitar o perfilhamento. Mundstock (1999) relatou que o espaçamento entre plantas é o principal limitador do perfilhamento. Valério et al. (2008) observaram que materiais com maior potencial de perfilhamento, são mais propensos a senescência de perfilhos, visto que possuem um período maior de emissão e perfilhos emitidos tardiamente apresentam menor capacidade de competição. O menor potencial produtivo de perfilhos emitidos tardiamente também foi observado por Fioreze e Rodrigues (2012).

Os resultados obtidos no presente estudo permitem indicar que os cultivares BRS 394, BRS 331 e BRS Parrudo teriam maior potencial para o cultivo em condições restritivas para a emissão e sobrevivência de perfilhos, como seria o caso de uma semeadura em safrinha. Corroborando este resultado, Rodrigues et al. (2007) demonstraram que o avanço no rendimento de grãos dos cultivares modernos de trigo, em relação aos antigos, deu-se principalmente como resultado do aumento no número de grãos por espiga e não pelo aumento de espigas por área.

A temperatura não influenciou nenhum dos parâmetros avaliados no colmo principal, exceto a massa de mil grãos (Tabela 2). Para esse parâmetro, o regime com temperaturas maiores refletiu no aumento da massa de mil grãos na média entre os cultivares. A ocorrência de altas temperaturas no final do ciclo da cultura é relacionada ao decréscimo na massa de matéria seca acumulada nos grãos em vários estudos (BLUMENTHAL et al., 1991; RIBEIRO et al., 2012; PIMENTEL et al., 2015), porém informações sobre o efeito de temperaturas altas no começo do ciclo sobre esse componente são escassas. Castro e Kluge (1999) afirmam que temperaturas entre 20 e 25°C no início do ciclo exercem efeito positivo sobre a produtividade por possibilitarem um rápido crescimento e estabelecimento inicial da planta, contudo, essas temperaturas podem reduzir, ou mesmo inibir, o perfilhamento das plantas.

Para os parâmetros número de espiguetas por espiga e número de espiguetas inférteis houve interação significativa entre genótipo e ambiente (Tabela 3). Ao contrário do esperado, por ser desenvolvido para o ambiente de cerrado, o cultivar BRS 394 apresentou redução no número total de espiguetas por espiga. O número de espiguetas

inférteis, contudo, não foi afetado. Para os demais cultivares, não houve efeito da temperatura. Os cultivares BRS 331 e BRS Parrudo apresentaram maior número de espiguetas inférteis em maiores temperaturas. Deve-se destacar, contudo, que o número de espiguetas férteis por espiga não foi afetado.

**Tabela 3.** Desdobramento a interação entre cultivares de trigo e temperatura no período de diferenciação de espiguetas. Curitiba (SC), 2016.

	NESPG		ESPINF	
	16/09°C	25/16°C	16/09°C	25/16°C
BRS 331	21,75 aB	22,50 aB	1,00 aA	2,00 bA
BRS 394	23,00 aAB	20,00 bB	1,00 aA	0,00 aA
BRS Guamirim	17,00 aC	17,25 aC	1,00 aA	1,00 aA
BRS Parrudo	25,50 aA	25,50 aA	1,67 aA	3,66 bB

NESPG: número de espiguetas por espiga; ESPINF: número de espiguetas inférteis por espiga. Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A redução do número de espiguetas por espiga sob altas temperaturas e o efeito negativo das mesmas condições ambientais sob a diferenciação floral já é relatada na literatura (REYNOLDS; ORTIZ-MONASTEIRO; MCNAB, 2001; RODRIGUES et al., 2011; RIBEIRO et al., 2012). Reynolds, Ortiz-Monsasteiro e McNab (2001) ainda relataram a redução do período entre a diferenciação da espiguetas terminal e antese diante de temperaturas elevadas e a alta competição por assimilados nessa fase, características que podem afetar a fertilidade das flores iniciadas.

A partir da avaliação dos parâmetros produtivos do colmo principal e dos perfilhos da planta de forma individual, foi possível determinar a variância para estes componentes dentro da planta, e assim, avaliar a uniformidade de produção (Tabela 4). Para o componente altura da planta, pode-se observar que o cultivar BRS Guamirim apresentou a maior variância, não diferindo do cultivar BRS 331. A desuniformidade pode ser reflexo do período prolongado de perfilhamento dentro de cultivares com alto potencial para a produção de perfilhos, como é o caso do BRS Guamirim (MACIEL et al., 2007), somado ao fato que perfilhos emitidos tardiamente tem menor capacidade de competição por fotoassimilados e assim, menos chances de se desenvolverem e/ou produzirem espigas férteis (VALERIO et al., 2008; FIOREZE; RODRIGUES, 2012).

**Tabela 4.** Variância dos parâmetros produtivos das plantas de trigo de quatro cultivares submetidas a dois regimes de temperatura durante a fase de diferenciação de espiguetas. Curitiba (SC), 2016.

	Altura			Espiguetas espiga <sup>-1</sup>		
	$\sigma^2$	Máximo	Mínimo	$\sigma^2$	Máximo	Mínimo
BRS 331	78,86 ab	88,11 ab	63,88 a	1,23	23,38 b	20,50 a
BRS 394	48,81 a	91,11 a	75,01 a	2,67	24,38 ab	20,50 a
BRS Guamirim	110,68 b	79,30 b	43,38 b	2,86	18,50 c	12,62 b
BRS Parrudo	45,22 a	86,06 ab	68,66 a	7,86	26,50 a	20,00 a
$p > 0,05$	0,04	0,02	0,00	0,08	0,00	0,00
16/09°C	68,57	87,16	63,75	1,92	22,81	19,00
25/16°C	73,18	85,54	61,81	5,72	23,53	17,53
$p > 0,05$	0,78	0,48	0,65	0,07	0,26	0,22
C x A ( $p > 0,05$ ) <sup>1</sup>	0,55	0,57	0,86	0,04	0,74	0,08
CV (%)	33,36	8,30	20,03	138,68	7,98	14,49
	Massa de grãos			Espiguetas férteis		
	$\sigma^2$	Máximo	Mínimo	$\sigma^2$	Máximo	Mínimo <sup>3</sup>
BRS 331	0,49 ab	2,93 ab	1,16 a	11,30	21,00 b	12,17
BRS 394	0,84 b	3,38 a	1,16 a	13,82	23,67 a	13,33
BRS Guamirim	0,32 a	1,84 c	0,19 b	19,53	16,83 a	6,00
BRS Parrudo	0,40 ab	2,78 b	1,08 ab	24,81	23,83 a	14,33
$p > 0,05$	0,05	0,00	0,03	0,82	0,00	0,22
16/09°C	0,44	2,73	0,96	11,71	21,25	12,58
25/16°C	0,56	2,69	0,83	23,03	21,42	10,33
$p > 0,05$	0,29	0,91	0,62	0,32	0,79	0,45
C x A ( $p > 0,05$ ) <sup>1</sup>	0,39	0,23	0,91	0,77	0,81	0,83
CV (%)	71,55	12,57	75,70	155,27	7,10	62,43
Espiguetas inférteis						
	$\sigma^2$	Máximo		Mínimo <sup>3</sup>		
BRS 331	6,82	8,50		1,50 ab		
BRS 394	24,30	10,17		0,33 b		
BRS Guamirim	7,55	9,0		0,83 b		
BRS Parrudo	5,55	7,50		2,50 a		
$p > 0,05$	0,29	0,91		0,00		
16/09°C	1,00	7,75		1,00		
25/16°C	1,58	9,83		1,58		
$p > 0,05$	0,43	0,46		0,10		
C x A ( $p > 0,05$ ) <sup>1</sup>	0,93	0,96		0,12		
CV (%)	167,78	75,65		62,36		

$\sigma^2$ : Variância. <sup>1</sup> Interação entre cultivares e ambiente. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. ( $p < 0,05$ ). <sup>3</sup> Dados transformados para  $(x+1)^{0,5}$ .

O maior valor entre os valores máximos de massa de grãos individual por perfilho e colmo principal foi encontrado para o cultivar BRS 394, que também apresentou o maior valor mínimo para o mesmo parâmetro, sem diferir dos cultivares BRS 331 e BRS Parrudo para o último (Tabela 4). O cultivar BRS Guamirim apresentou o menor valor máximo para o mesmo parâmetro em relação a todas os cultivares e o menor valor mínimo, não diferindo do BRS Parrudo. Todavia, ao analisar a variância dentro desse parâmetro, observa-se que o cultivar BRS Guamirim obteve o menor valor, sem diferir do BRS Parrudo, indicando que, embora a produção por perfilho e colmo principal tenha sido baixa no cultivar, a mesma se apresentou de forma uniforme. Já o cultivar BRS 394 apresentou a maior variância para o parâmetro, não diferindo dos cultivares BRS 331 e BRS parrudo.

A desuniformidade na produção de grãos do cultivar BRS 394 em relação ao cultivar BRS Guamirim, pode ser explicada pelo uso de diferentes estratégias para produção de grãos entre os cultivares, já discutidos anteriormente nesse trabalho. Enquanto o BRS Guamirim alcança sua produção de grãos através de um número maior de perfilhos com uma produção uniforme, a produção de grãos do cultivar BRS 394 é garantida pelo colmo principal e um número menor de perfilhos. Uma vez que essa uniformidade entre os perfilhos pode ser comprometida em um ambiente não favorável ao perfilhamento, acredita-se que cultivares como o BRS 394 seriam mais aptas ao cultivo em safrinha no planalto catarinense, em relação a cultivares com características semelhantes ao BRS Guamirim.

Não houve diferença significativa entre os cultivares para a variância no número de espiguetas férteis e inférteis. A temperatura também não afetou de forma isolada os parâmetros altura de planta, massa de grãos, número de espiguetas férteis e inférteis (Tabela 4). Para o número de espiguetas por espiga, houve interação entre o genótipo e as temperaturas testadas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Desdobramento da interação entre cultivares de trigo e temperatura no período de diferenciação de espiguetas para a variância do número de espiguetas por espigas. Curitiba (SC), 2016.

	16/09°C	25/16°C
BRS 331	1,50 aA	0,97 aA
BRS 394	2,04 aA	3,31 aA
BRS Guamirim	2,88 aA	2,84 aA
BRS Parrudo	1,26 aA	14,46 bB
dms	10,00	

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O cultivar BRS Parrudo, quando submetido a temperaturas altas, demonstrou um aumento na variância do parâmetro número de espiguetas por espiga (Tabela 5), demonstrando que nessas condições os perfilhos e colmo principal são menos uniformes para esse componente de produção. A mesma interação pode ser observada para o cultivar quando o mesmo apresentou um maior número de espiguetas inférteis no colmo principal sobre o regime de temperaturas alta. Embora o número de espiguetas inférteis no colmo principal e a variância para o número de espiguetas tenha aumentado sob altas temperaturas, o cultivar BRS Parrudo não demonstrou redução na média de espiguetas por espiga ou produção de grãos para nenhum dos tratamentos. Portanto, seriam necessários mais estudos para afirmar se há uma sensibilidade do cultivar para temperaturas altas durante a fase de diferenciação de espiguetas.

#### **4 CONCLUSÕES**

Os regimes de temperatura de 16/09°C e 25/16°C durante a fase de diferenciação das espiguetas não afetaram os componentes do rendimento da cultura do trigo, tampouco a uniformidade morfológica e produtiva dos perfilhos;

Os parâmetros produtivos avaliados se comportam de maneira diferente para os diferentes cultivares;

Plantas de trigo podem apresentar alta plasticidade produtiva, através da emissão de maior número de espigas ou pelo aumento da massa de grãos por espiga, dependendo do cultivar utilizado.

## **Productive parameters of wheat cultivars affected by temperature during spikelet differentiation stage**

**Jonathan Vacari**

### **Abstract**

One of the main limiting factors for expanding the cultivation of wheat in the central regions of Brazil or during the off-season in southern Brazil is the occurrence of high temperatures during the crop cycle. Reduced tillering, decrease in spikelets differentiation and floral induction are some of the negative effects of heat stress on the wheat crop. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of temperature during the spikelet differentiation stage on growth and production components of wheat cultivars. The experiment was carried out in a greenhouse and arranged in a randomized block design in factorial 2 x 4, with four replications. The first factor was composed of two temperature conditions, 16°C/9°C e 25°C/16°C (day/night temperature). The second factor consisted of four wheat cultivars: BRS 394, BRS 331, BRS Parrudo and BRS Guamirim. The production components, including number of spikelets per spike, length of the rachis, number of grains per spike, and thousand grain weight were evaluated and analyzed on average per plant and individually. For individual assessment of main stem and tillers it was calculated the variance and the maximum and minimum values. Data were submitted to analysis of variance by F test and once detected significant variations the means were compared by Tukey test ( $p < 0.05$ ). The temperature conditions tested during spikelet differentiation stage did not affect the yield components of culture, nor the morphological uniformity and productive tillers.

**Key words:** *Triticum aestivum*. Heat stress. Compensatory effect. Santa Catarina plateau.



## REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, Júlio César; RIBEIRO, Walter Quadros; SILVA, Márcio Só. Cultivares de trigo para o cerrado. In: FALEIRO, Fábio Gelape; SOUSA, Evie dos Santos. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 61-68.
- BLUMENTHAL, C.S.; BATEY, I.L.; WRIGLEY, C.W.; BARLOW E.W.R. Seasonal changes in wheat grain quality associated with high temperature. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.42, n.1, p.21-30, 1991.
- CARGNIN, Adelião; SOUZA, Moacil Alves; ROCHA, Valterley Soares; MACHADO, Juarez Camponlina; PICCINI, Edvandro. Tolerância ao estresse térmico em genótipos de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.8, p.1269-1276, 2006.
- CASTRO, Paulo R.C.; KLUGE, Ricardo A. **Ecofisiologia de cultivos anuais**: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.
- CLIMATE-DATA. **Dados Climáticos para cidades mundiais**. Oedheim: CLIMATE-DATA. Disponível em: < <http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 10 out. 2016.
- CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos – décimo primeiro levantamento. Brasília: CONAB, v. 3, n. 11, ago. 2016.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FANTINI, Alfredo Celso. **Variabilidade genética e herança da estatura de plantas em genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 1990. 77 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1990.
- FIOREZE, Samuel Luiz; RODRIGUES, João Domingos. Perfilamento do trigo em função da aplicação de regulador vegetal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, suppl., p. 750-755, 2012.
- INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados da Estação Automática**: Curitiba (SC). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>> Acesso em: 25 set. 2016.
- LIMA, Maria Imaculada Pontes Moreira. **Métodos de amostragem e avaliação de giberela usados na Embrapa Trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 17 p.

MACIEL, João L. Nunes; ROESE, Alexandre Dinnys; ZOLDAN, Sandra; SCHEEREN, Pedro Luiz; SILVA, Márcio Só; CAIERÃO, Eduardo; NASCIMENTO, Alfredo do Nascimento. **BRS Guamirim, destaque em sanidade para as principais doenças fúngicas do trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 16 p.

MAI, Tiago. **Avaliação de cultivares de trigo indicadas para o cultivo no Estado do Rio Grande do Sul**. 2014. 29 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia, Departamento de Estudos Agrários, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2014.

MUNDSTOCK, Cláudio Mário. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto alegre: Ed. Autor, 1999. 228p.

PIMENTEL, Adérico Júnior Badaró; ROCHA, João Romero do Amaral Santos de Carvalho; SOUZA, Moacil Alves; RIBEIRO, Guilherme; SILVA, Carolina Ramalho; OLIVEIRA, Isadora Cristina Martins. Characterization of heat tolerance in wheat cultivars and effects on production components. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n.2, p. 191-198, 2015

PIRES, João Leonardo Fernandes; CUNHA, Gilberto Rocca; DALMAGO, Genei Antonio; PASINATO, Aldemir; SANTI, Anderson.; PEREIRA, Paulo Roberto Valle da Silva; SANTOS, Henrique Pereira.; SANTI, Antônio Luiz. Integração de práticas de manejo no sistema de produção de trigo. In: PIRES, João Leonardo Fernandes; VARGAS, Leandro; CUNHA, Gilberto Rocca. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p. 77-114.

REYNOLDS, M.P.; ORTIZ-MONASTERIO, J.I.; MCNAB, A. **Application of physiology in Wheat Breeding**. Mexico City: CIMMYT, 2001.

RIBEIRO, Guilherme.; PIMENTEL, Aderico Júnior Badaró; SOUZA, Moacil Alves.; ROCHA, João Romero do Amaral Santos de Carvalho.; FONSECA, Wallisson Basílio. Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.18, n.2-4, p.133-142, 2012.

RODRIGUES, Osmar; TEIXEIRA, Mauro César Celaro; COSTENARO, Edson Roberto; SANA, Douglas. Ecofisiologia: bases para elevado rendimento de grãos. In: PIRES, João Leonardo Fernandes; VARGAS, Leandro; CUNHA, Gilberto Rocca. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p. 115-134.

RODRIGUES, Osmar; LHAMBY, Julio César Barrenneche; DIDONET, Agostinho Dirceu; MARCHESE, José Abramo. Fifty years of wheat breeding in Southern Brazil: yield improvement and associated changes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 817-825, 2007.

SOUZA, Moacil Alves; RAMALHO, Magno Antonio Patto. Controle genético e tolerância ao estresse de calor em populações híbridas e em cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.10, p. 1245-1253, 2001.

VALERIO, Igor Pirez; CARVALHO, Fernando Irajá Félix; OLIVEIRA, Antonio Costa; MACHADO, Amauri de Almeida; BENIN, Giovani; SCHEEREN, Pedro Luiz; SOUZA, Velci Queiróz; HARTWIG, Irineu. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 319-326, 2008.